



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 2 8 日  
Date of Application:

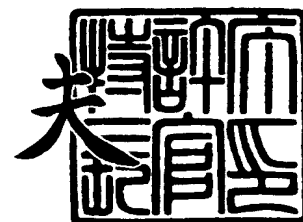
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 9 2 7 8 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 9 2 7 8 3 ]

出      願      人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    5 月    7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 253783

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02N 2/00

【発明の名称】 振動型駆動装置

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 小島 信行

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100067541

【弁理士】

【氏名又は名称】 岸田 正行

【選任した代理人】

【識別番号】 100087398

【弁理士】

【氏名又は名称】 水野 勝文

【選任した代理人】

【識別番号】 100104628

【弁理士】

【氏名又は名称】 水本 敦也

**【選任した代理人】****【識別番号】** 100108361**【弁理士】****【氏名又は名称】** 小花 弘路**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 044716**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 振動型駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 凸状に形成された突起部を有し、少なくとも電気－機械エネルギー変換素子からなる板状の振動体と、

前記突起部に加圧接触する被駆動体とを備え、

前記振動体は、前記電気－機械エネルギー変換素子への駆動信号の入力を受けることで、節の発生方向が互いに略直交する 2 つの曲げ振動モードを励起し、前記突起部を介して前記被駆動体に対して相対的に移動することを特徴とする振動型駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、振動体および被駆動体を有する振動型駆動装置に関するものであり、特に振動体が略矩形の平板状に形成された振動型駆動装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の振動型駆動装置、特にリニア用の超音波モータには、以下に説明するタイプの平板状の振動体を用いたものがある。

【0 0 0 3】

平板状に形成された振動体の弾性体に対して、曲げ振動と縦振動を励起するタイプがある（例えば、特許文献 1 参照）。板状の振動体に対して、例えば曲げ 4 次モードと縦振動 1 次モードで振動を励起し、これらの振動モードにより発生する振動変位を合成することで楕円または円運動を発生させる。そして、振動体に対して他の部材（被駆動体）を加圧接触することで振動体との間に相対的な移動運動をもたらしている。

【0 0 0 4】

一方、平板状に形成された振動体に対して、2 つの曲げ振動を励起するタイプ

がある（例えば、特許文献2参照）。この振動体の構成について図19を用いて説明する。

#### 【0005】

同図(a)において、100は板状の弾性体で、片面側に圧電素子101が接合されており、この圧電素子を用いて図19(b)に示す形態の曲げ振動モードと図19(c)に示す形態の曲げ振動モードを励起する。

#### 【0006】

図19(b)に示す振動形態は、十文字状の節(X1、Y1)を持つ曲げ振動モードであり、突起部102a、102b、102c、102dにZ方向の振動変位を発生させる。図19(c)に示す振動形態は、Y方向に2つの節(X2、X3)を持つ面外曲げ振動であり、突起部102a～102dにX方向の振動変位を発生させる。

#### 【0007】

なお、突起部102a～102dの先端にはそれぞれ、接触部105a、105b、105c、105dが形成されている。そして、接触部105a～105dには、不図示の被駆動体が加圧接触している。

#### 【0008】

上述した2つの曲げ振動により発生する振動変位を組み合わせることで、突起部102a～102dの先端にXY面内における楕円運動を起すことができ、これにより振動体および被駆動体を相対的に移動させることができるようになっている。

#### 【0009】

##### 【特許文献1】

特開平7-143771号公報

##### 【特許文献2】

特開平6-311765号公報

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述した2タイプの振動型駆動装置に対しは、以下に述べるような欠点が指摘

されている。

#### 【0011】

曲げ振動および縦振動を励振するタイプでは、板状の弾性体に対して縦1次振動モードで振動を励起しているため、振動体の小型化を図ろうとすると振動モードの共振周波数が高くなってしまう。これにより、楕円運動の振動振幅を大きくすることができないため、部品精度が装置の駆動性能に大きな影響を与えることになり、装置の駆動性能にバラツキが生じてしまう。

#### 【0012】

2つの曲げ振動を励起するタイプでは、板状の弾性体に面外曲げモードを励起するため、弾性体の小型化には有利である。しかし、図19(b)に示す形態の振動モードでは、十字状に節を持つ面外曲げモードであるため、歪みの分布が複雑となり、この振動を励起するには工夫を要する。

#### 【0013】

また、突起部102a~102dは、図19(c)に示す曲げ振動モードにおいて節となる位置の近傍に配置されているため、X方向の振動変位が大きくなっている。

#### 【0014】

しかし、突起部102a~102dは、図19(b)に示す曲げ振動モードにおいて、Z方向の最大変位をもたらす位置から離れた位置に配置されているため、突起部102a~102dに十分な振動変位を与えることができない。これにより、被駆動体に、より大きな駆動力を与えることができず、振動型駆動装置の高出力化には課題を残している。

#### 【0015】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の振動型駆動装置は、凸状に形成された突起部を有し、少なくとも電気-機械エネルギー変換素子からなる板状の振動体と、突起部に加圧接触する被駆動体とを備え、振動体は、電気-機械エネルギー変換素子への駆動信号の入力を受けることで、節の発生方向が互いに略直交する2つの曲げ振動モードを励起し、突起部を介して被駆動体に対して相対的に移動することを特徴とする。

**【 0 0 1 6 】****【 発明の実施の形態 】****（ 第 1 実施形態 ）**

図 1 は、本発明の第 1 実施形態であるリニア型超音波モータ 1 0 の外観斜視図である。

**【 0 0 1 7 】**

同図において、リニア型超音波モータ 1 0 は、振動体 1 およびリニアスライダ 6 によって構成されている。なお、これらの部材のほかにも、振動体 1 およびリニアスライダ 6 を加圧接触させるための加圧部材や、振動体 1 への給電を行う導通用の部材等が必要になる。これらの部材は、従来技術と同様であるため、説明を省略する。

**【 0 0 1 8 】**

振動体 1 は、矩形の薄板状に形成された積層圧電素子 5 と、この積層圧電素子 5 の一端面で接合されて一体化される駆動板 2 とにより構成されている。この積層圧電素子 5 は、表面に電極を持つ薄板状の圧電素子膜を複数枚、積層して一体化したものである。積層圧電素子 5 は、矩形状に形成されており、略 1 0 × 6 × 0. 6 （mm）のサイズである。

**【 0 0 1 9 】**

振動板 2 は、矩形状に形成された板部と、この板部の上面に対して凸状に形成された 2 つの突起部 3 - 1、3 - 2 とを有している。突起部 3 - 1、3 - 2 の先端面には、被駆動体であるリニアスライダ 6 と接触する接触部 4 - 1、4 - 2 が形成されている。

**【 0 0 2 0 】**

振動板 2 の材料としては、振動特性に優れる材料であるステンレスを用いることができる。また、接触部 4 - 1、4 - 2 は摩擦係数や耐摩耗性に優れたものがある必要があり、本実施形態ではステンレスに熱処理を行うことにより耐摩耗性を確保している。

**【 0 0 2 1 】**

突起部 3 - 1、3 - 2 は、プレス加工等により駆動板 2 とともに一体的に形成

されている。ここで、突起部 3-1、3-2 および駆動板 2 を別体で形成して、両者を固定することもできるが、一体的に形成することにより、部品点数を削減できコストダウンを図ることができたり、組み立て個数が減って装置の組み立て性を向上させることができたり、部品の位置あわせを行う必要がないことで部品間のバラツキを防止することができたりする。

#### 【0 0 2 2】

振動体 1 は、突起部 3-1、3-2 を含めて略  $10 \times 6 \times 2$  (mm) のサイズである。

#### 【0 0 2 3】

図 2 に、振動子 2 に励振される 2 つの振動モード (MODE-A、MODE-B) の変形形状を示す (a、b)。2 つの振動モードは、どちらも板状の振動体 1 の面外方向の曲げ振動モードである。

#### 【0 0 2 4】

これら 2 つの振動モードの共振周波数が略一致するように振動体 1 の形状は選択されており、共振周波数はおよそ 80 kHz である。図 2 (a) は、振動体 1 を Y 方向から見たときの図であり、振動体 1 に MODE-A の振動を励起すると、同図の下に示すように、振動の節 ( $\alpha$ ) が 3 箇所現れる (2 次の曲げ振動モード)。この節は、振動体 1 の Y 方向に延びている。

#### 【0 0 2 5】

この振動モードにおいて、振動体 1 を X 方向から見たときには振動の節が発生しない。

#### 【0 0 2 6】

突起部 3-1、3-2 は、図 2 (a) に示すように MODE-A の振動において節となる位置の近傍に配置されており、MODE-A の振動によって接触部 4-1、4-2 には矢印で示すように X 方向の往復運動が生じる。

#### 【0 0 2 7】

このように突起部 3-1、3-2 を配置することで、突起部 3-1、3-2 を X 方向において最も大きく変位させることができる。

#### 【0 0 2 8】



図2 (b) は、振動体1をX方向から見たときの図であり、振動体1にMODE-Bの振動を励起すると、同図の下に示すように、振動の節( $\beta$ )が2箇所現れる(1次の曲げ振動モード)。この節は、振動体1のX方向に延びている。すなわち、MODE-Aにおける振動の節と、MODE-Bにおける振動の節とが、XY平面内において互いに直交するようになっている。

#### 【0029】

この振動モードにおいて、振動体1をY方向から見たときには振動の節が発生しない。

#### 【0030】

突起3-1、3-2は、図2 (b) に示すようにMODE-Bの振動において腹となる位置の近傍に配置されており、MODE-Bの振動によって接触部4-1、4-2には矢印で示すようにZ方向の往復運動が生じる。

#### 【0031】

このように突起部3-1、3-2を配置することで、突起部3-1、3-2をZ方向において最も大きく変位させることができる。上述したように突起部3-1、3-2をX方向およびZ方向において大きく変位させることにより、リニアスライダ6に対して最大の駆動力を与えることができる。

#### 【0032】

積層圧電素子5に所望の交流信号を入力すると、逆圧電効果により振動体1に上述した振動モードが励起される。振動モードMODE-AとMODE-Bとの振動位相が略 $\pm\pi/2$ となるように励振することで、接触部4-1、4-2には図1のXZ面内の略楕円運動が生成される。この楕円運動により、振動体1と、接触部4-1、4-2に加圧接触するリニアスライダ6の間には相対移動運動が発生する。

#### 【0033】

上述した振動モードが励振されているときの、振動体1に発生している歪について説明する。

#### 【0034】

先ずMODE-Aの場合について説明する。図2の符号(+)、(-)は、振

動体 1 に振動変形が生じているときの X 方向の歪成分の符号を表している。符号 (+) は、積層圧電素子 5 が X 方向に伸びていることを表し、符号 (-) は、X 方向に縮んでいることを表している。

#### 【0035】

符号 (+)、(-) により積層圧電素子 5 は、この厚さ方向に 2 つの領域に分割されることが確認できる。この領域が分割される部位をつないだ領域は、X 方向の歪が生じていない面であり、中立面 T1 とする。また、X 方向における積層圧電素子 5 の中心付近で折り返すと、符号が反転することが確認できる (図 2 (a))。

#### 【0036】

MODE-B において、積層圧電素子 5 に生じる Y 方向の歪成分の符号を表すと、符号の領域が厚さ方向に分割されることが確認できる (図 2 (b))。この分割される面を中立面 T2 とする。

#### 【0037】

図 3 は、積層圧電素子 5 の積層状態の模式図である。本実施形態における積層圧電素子 5 は、圧電素子膜 L を 10 層 (L1 ~ L10) 積層することで形成されている。

#### 【0038】

各圧電素子膜の厚さは略 0.06 mm となっているため、積層圧電素子 5 の厚さは略 0.6 mm となる。圧電素子膜 L2 ~ L10 の表面には、図示のように電極膜 P1 ~ P4 が形成されている。また、上下層に形成される電極膜との導通を行うため、圧電素子膜を貫通するようにバイアホール電極 H1 ~ H4 が形成されている。

#### 【0039】

圧電素子膜 L2 から L10 までのうち偶数層となる圧電素子膜 L2、L4、L6、L8、L10 には、図中 X 方向に対して略対称形状となるように 2 つの電極膜 P1、P2 が形成されている。同様に、圧電素子膜 L3 から L9 までのうち奇数層となる圧電素子膜 L3、L5、L7、L9 には図中 X 方向に対して略対称形状となるように 2 つの電極膜 P3、P4 が形成されている。

## 【0040】

電極膜P1は、バイアホール電極H1と電氣的に接続される。同様に、電極膜P2とバイアホール電極H2、電極膜P3とバイアホール電極H3、電極膜P4とバイアホール電極H4が電氣的に接続される。積層圧電素子5の表面を形成する圧電素子膜L1には、4つのバイアホール電極H1～H4が形成されており、これらの電極H1～H4は、圧電素子膜L2以下の圧電素子膜に形成された電極膜および外部との導通を行う作用を成す。

## 【0041】

図3中の符号(+)及びGNDは、分極時の電位を表している。例えば、圧電素子膜L2の電極膜P1の領域は、電極膜P1と圧電素子膜L3に形成される電極膜P3との間の電位により厚さ方向に分極される。また、圧電素子膜L2の電極膜P2の領域は、電極膜P2と圧電素子膜L3に形成される電極膜P4との間の電位により厚さ方向に分極される。圧電素子膜L3～L9までの圧電素子膜についても同様に、電極膜間の電位差により厚さ方向に分極される。

## 【0042】

積層圧電素子5の表面に露出しているバイアホール電極H3をコモンとして、バイアホール電極H1に電位を与えたとき及び、バイアホール電極H4をコモンとして、バイアホール電極H2に電位を与えたときに対応する分極状態を模式的に図4に示す。これらの図に示すように積層圧電素子5においては、X方向で略対称に2分割され、厚さ方向(Z方向)で同一方向に分極された領域R1と領域R2を有する。

## 【0043】

図5に振動体1の底面を示す。振動体1の底面に配置される積層圧電素子5の表面には、端子電極H1～H4が形成されている。端子電極H1～H4は、圧電素子膜L1に形成されているバイアホール電極としての機能も兼ね備えている。

## 【0044】

端子電極H1に電位V1を与え、同様に端子電極H2に電位V2、端子電極H3に電位V3、端子電極H4に電位V4を与えている。電位V1と電位V3の差を電位差E1とし、電位V2と電位V4の差を電位差E2とする。ここで、電位

差E1、E2が、MODE-A及びMODE-Bの共振周波数近傍の交番信号となるように各電位V1～V4が選択される。また、電位差E1、E2の信号のレベルが同一となるよう各電位V1～V4が選択される。

#### 【0045】

以上領域R1と領域R2が同一方向に分極された状態を説明したものであるが、領域R1と領域R2が逆方向に分極された状態でも、上述した構成と同様の構成で振動波駆動装置の駆動を行うことができる。

#### 【0046】

また、本実施形態では、圧電素子として一つの積層圧電素子5を用いた構成について説明したが、複数の圧電素子を配置することでも上述した積層圧電素子5と同様の作用を得ることができる。そして、領域R1と領域R2を各々個別の積層圧電素子で構成してもよい。

#### 【0047】

さらに、圧電素子として、図2に示すように、1つのブロック状に形成された圧電素子で構成しても上述した積層圧電素子5と同様の作用が得られる。この場合、図2に示すように、圧電素子5の一端面に2つの電極膜P1、P2を形成して、これらの電極と対応する位置に領域R1、R2を形成することができる。

#### 【0048】

そして、電極膜P1、P2に所望の駆動信号を与えることで、上述した積層圧電素子5と同様の作用が得られる。圧電素子がブロック状に形成されているため、本実施形態の積層圧電素子5（図3）の場合と比較すると、駆動信号のレベルは大きな値を必要とするが、振動型駆動装置の仕様に合わせてどちらかの圧電素子を選択することができる。

#### 【0049】

以上述べたように、本実施形態の振動型駆動装置では、互いの節の発生方向が略直交しているとともに、周波数が略一致している2つの曲げ振動モード（MODE-AおよびMODE-B）を組み合わせることで、突起部3-1、3-2（接触部4-1、4-2）に楕円運動を生成させている。

#### 【0050】

このように2つの曲げ振動モードを用いることにより、駆動周波数の上昇を抑えながら振動体の小型化を図ることができる。そして、振動体の小型化を図ることにより、振動型駆動装置の小型化を図ることができる。

#### 【0051】

一方、振動体に振動を励起する圧電素子として、複数の圧電素子膜で構成された積層圧電素子5を用いることで、振動体の励振に適した圧電素子の構成を実現することができるとともに、単一の圧電素子に比べて駆動信号のレベルを低く抑えることが可能となる。

#### 【0052】

また、積層圧電素子5を所定方向（上記のX方向）に対して略対称の2分割の領域として、この2つの領域を2つの振動モードの励振に作用させることで、積層圧電素子を単純な構成とすることができる。これにより、圧電素子の全ての領域を被駆動体の駆動に関与させることができ、被駆動体の駆動に供しない圧電素子の領域が存在するのを抑えることができるため、小型の振動体でありながら十分な出力を得ることが可能となる。

#### 【0053】

すなわち、振動体を小型化した場合でも、被駆動体を駆動するのに十分な出力が得られ、出力特性に優れた振動体を実現することが可能となる。一方、振動体を通常のサイズとした場合には、容易に大出力化が可能となる。

#### 【0054】

このような振動体を用いた振動波駆動装置としての超音波モータにおいてもサイズに比べて大きな出力を得ることができる。

#### 【0055】

なお、振動体の構成は、本実施形態で説明したような振動子1の構成に限定されない。例えば、図13に示すような超音波モータ10を実現することができる。

#### 【0056】

図13において、振動体1の上面のうち略中央の位置には、1つの突起部3-1が形成されている。そして、この突起3-1の先端には、リニアスライダ6と

接触する接触部 4-1 が形成されている。他の構成については、本実施形態における構成（図 1）と同様である。

#### 【0057】

本実施形態で説明した振動モード（MODE-A および MODE-B）や積層圧電素子 1 を用いると、図 14 に示すような振動状態が得られる。突起 3-1 の接触部 4-1 には、MODE-A の振動によって図 14（a）の矢印で示すように X 方向の往復運動が発生する。また、接触部 4-1 には、MODE-B の振動によって図 14（b）の矢印で示すように Z 方向の往復運動が発生する。

#### 【0058】

上述した X 方向および Z 方向における運動によって接触部 4-1 は楕円運動を行うようになり、これによりリニアスライダ 6 と振動体 1 とが相対的に移動するようになる。

#### 【0059】

図 13 に示すように、振動体 1 に 1 つの突起部 3-1 を設けることにより、突起部 3-1 と接触するリニアスライダ 6 の長さを短くする（小型化する）ことができる。そして、リニアスライダ 6 の小型化により、超音波モータ 10 の更なる小型化を図ることができる。

#### 【0060】

本実施形態においては、MODE-A を面外 2 次曲げモードとし、MODE-B を面外 1 次曲げモードとしている。

#### 【0061】

振動体 1 の駆動板 2 は、矩形状に形成されているため、駆動板 2 の中心を通り X 方向又は Y 方向に延びる平面に対して略対称となっている（図 1）。これにより、振動体 1 における振動モード（MODE-A および MODE-B）の節や腹は、図 2 に示すように振動体 1 における上記平面に対して略対称となる位置に発生する。

#### 【0062】

したがって、図 1 に示すように 2 つの突起部 3-1、3-2 を、振動体 1 において略対称位置に形成することができる。また、図 13 に示すように 1 つの突起

部 3-1 を振動体 1 の中心位置付近に配置することができる。この場合にも、突起部 3-1 は上記平面に対して対称となる。

#### 【0063】

上述したように突起部 3-1、3-2 を配置すれば、突起部 3-1、3-2 においてリニアスライダ 6 から受ける反力を、振動体 1 は偏り無く受けることができる。また、リニアスライダ 6 と接触部 4-1、4-2 の相対位置関係が安定するので、環境や負荷の変動等の影響を受けずに安定した出力を発生する振動型駆動装置を実現する。

#### 【0064】

本実施形態において説明した部材の具体的な数値は、本発明を限定するものではない。すなわち、各部材を装置の要求に合わせた寸法に設定することができる。

#### 【0065】

また、本実施形態では、超音波モータ 10 における被駆動体として、直線運動を行うリニアスライダ 6 について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、被駆動体として、任意の円弧を持つ円筒状、円板状又は、楕円状等に形成された部材を用い、この部材を回転運動させることもできる。

#### 【0066】

この回転駆動を行う超音波モータ 10 の形態を図 18 に示す。同図において、振動体 1 は上述した説明と同様の振動体を用いており、この振動体 1 に円盤型のロータ 20 (図 18 (a)) 又は、円環型のロータ 21 (図 18 (b)) を接触させて超音波モータ 10 を構成している。

#### 【0067】

上述した超音波モータ 10 の構成により、ロータ 20 やロータ 21 を同図の矢印で示す方向に回転運動させることができる。

#### 【0068】

(第 2 実施形態)

図 6 は、本発明の第 2 実施形態である振動型駆動装置としてのリニア型超音波モータ 10 の外観斜視図である。

## 【0069】

同図において、振動子1は矩形薄板状の積層圧電素子5と、この積層圧電素子5の表面で一体化される2つの突起部3-1、3-2とで構成されている。突起3-1、3-2の先端面には、被駆動体であるリニアスライダ6と接触する接触部4-1、4-2が形成されている。

## 【0070】

すなわち、第1実施形態では積層圧電素子5、駆動板2および突起部3-1、3-2により振動体1を構成しているが、本実施形態では、積層圧電素子5および突起部3-1、3-2により振動体1を構成している。

## 【0071】

突起部3-1、3-2は、摩擦係数や耐磨耗性に優れた特性が要求され、本実施形態では、突起部3-1、3-2の材料としてアルミナが用いられている。本実施形態における振動子1に励振される2つの振動モード(MODE-AおよびMODE-B)は、第1実施形態で説明した振動モードと同様である(図2)。

## 【0072】

図7は、本実施形態における積層圧電素子5の積層状態の模式図である。この積層圧電素子5は、圧電素子膜Lを12層(L1~L12)積層することで形成されている。各圧電素子膜の厚さは略0.06mmであるので、積層圧電素子5の厚さは略0.7mmとなる。

## 【0073】

図7(a)において、圧電素子膜L2~L12の表面には、X方向で略対称に分割された電極膜P1~P6が形成されている。圧電素子膜L2、L4、L6には、電極膜P1、P2が形成されており、圧電素子膜L8、L10、L12には、電極膜P5、P6が形成されている。圧電素子膜L3~L11までのうち奇数層の圧電素子膜(L3、L5、L7、L9)には、電極膜P3、P4が形成されている。

## 【0074】

各電極膜P1~P6は、各々バイアホール電極H1~H6と電氣的に接続している。すなわち、電極膜P1とバイアホール電極H1、電極膜P2とバイアホー



ル電極H 2、電極膜P 3とバイアホール電極H 3、電極膜P 4とバイアホール電極H 4、電極膜P 5とバイアホール電極H 5、電極膜P 6とバイアホール電極H 6が各々電氣的に接続される。

#### 【0075】

圧電素子膜L 1に形成されたバイアホール電極H 1～H 6は、積層圧電素子5と外部との電氣的な接続を行う端子電極として作用する。これら端子電極の電位を、H 1及びH 2を正、H 3及びH 4を負、H 5及びH 6をコモンとすることで、図中に示した(+)、(-)、GNDの電位として分極が行われる。

#### 【0076】

このような分極状態における積層圧電素子5内部の分極方向を模式的に図7(b)に示す。同図に示すように、圧電素子膜L 2からL 6の部分には、領域R 1と領域R 2が形成されるようになっている。また、圧電素子膜L 7からL 11の部分には、領域R 3と領域R 4が形成されるようになっている。

#### 【0077】

振動体1に組み込まれた状態での積層圧電素子5の作用について説明する。

#### 【0078】

積層圧電素子5の領域R 1と領域R 2は、図2に示した中立面T 1、T 2より圧電素子の上方に位置しており、領域R 3とR 4は、中立面T 1、T 2よりも圧電素子の下方に位置している。

#### 【0079】

図8に示すように積層圧電素子5の表面に形成された端子電極H 1～H 6には、電位V 1～V 4が与えられる。電位V 1は、端子電極H 1、H 5に印加される。電位V 3は、端子電極H 3に印加される。電位V 1と電位V 3との電位差を電位差E 1とする。

#### 【0080】

積層圧電素子5に電位差E 1の電位が与えられたとき、領域R 1と領域R 3では、分極と電位差の関係が逆方向となるため、例えば領域R 1に伸びの歪が発生するときは領域R 3には縮む歪が発生する。すなわち、領域R 1および領域R 3を対として、バイモルフ形態の作用を行う。

## 【0081】

一方、電位  $V_2$  は端子電極  $H_2$ 、 $H_6$  に印可され、電位  $V_4$  は端子電極  $H_4$  に印可される。この電位  $V_2$  と  $V_4$  の電位差を  $E_2$  とする。

## 【0082】

積層圧電素子 5 に電位差  $E_2$  の電位が与えられたとき、例えば、領域  $R_2$  に伸びの歪が発生するときは領域  $R_4$  には縮む歪が発生する。すなわち、領域  $R_2$  および領域  $R_4$  を対としてバイモルフ形態の作用を行う。

## 【0083】

上述した構成の積層圧電素子 5 を用いた振動体 1 において、振動体 1 を構成する部分の殆ど全てにおいて振動が発生するようになっている。

## 【0084】

本実施形態によれば、積層圧電素子 5 を用いることで、単一の圧電素子を用いる倍に比べて駆動信号の電圧レベルが低くても十分な出力を得ることができるとともに、小型且つ高出力の振動型駆動装置を実現することができる。

## 【0085】

(第3実施形態)

図 9 に、本発明の第 3 実施形態である振動型駆動装置における圧電素子 5 の構成を示す。なお、振動体 1 や超音波モータ 10 の構成は、第 1 実施形態 (図 1) と同様である。すなわち、本実施形態では、第 1 実施形態における超音波モータ 10 の構成に対して圧電素子の構造が異なっている。

## 【0086】

図 9 に示すように、圧電素子 5 の一端面には、圧電素子 5 の X 方向及び Y 方向に略対称となるように 5 つの電極膜  $P_1 \sim P_5$  が形成されている。電極膜  $P_1$  と電極膜  $P_2$ 、電極膜  $P_3$  と電極膜  $P_4$  はそれぞれ、圧電素子 5 の中心を通る X 軸に対して略対称となるように形成されている。

## 【0087】

また、電極膜  $P_1$  と電極膜  $P_3$ 、電極膜  $P_2$  と電極膜  $P_4$  はそれぞれ、圧電素子 5 の中心を通る Y 軸に略対称となるように形成されている。

## 【0088】

さらに、圧電素子 5 の中心付近を通り X 軸方向に伸びる領域には、電極膜 P 5 が形成されている。圧電素子 5 において、上述した電極膜 P 1 ~ P 5 と裏面の共通電極で挟まれる部分（各電極膜 P 1 ~ P 5 に対して Z 方向に伸びる領域）をそれぞれ、領域 R 1 ~ R 5 とする。

#### 【0089】

各領域 R 1 ~ R 5 は、図中の符号（+）、（-）のように分極が行なわれるようになっている。この圧電素子 5 を振動体 1 に適用した状態において、電極膜 P 1 ~ P 4 に共通の駆動信号を与えることで領域 P 1、P 2 と領域 P 3、P 4 には、互いに逆方向の歪が発生する。

#### 【0090】

この変形により、振動体 1 に対して第 1 実施形態で説明した MODE-A の励振が行われる。電極膜 P 5 にもう一つの駆動信号を与えることで、第 1 実施形態で説明した MODE-B の励振が行われる。

#### 【0091】

各領域 R 1 ~ R 5 のうち、例えば Y 方向の幅は設計に応じて任意に選択可能である。これより、2 つの振動モード（MODE-A および MODE-B）における発生力を選択できるため、振動体 1 において発生する楕円運動の形状をコントロール可能となる。この結果、駆動効率に優れた超音波モータ 10 を実現することができる。

#### 【0092】

本実施形態では、圧電素子 5 として積層圧電素子を用いることもできる。図 10 に示す積層圧電素子 5 の構成図を用いて、本実施形態の変形例について説明する。なお、圧電素子膜、電極膜及びバイアホール電極を用いた構成は、上述した実施形態と同様であるため、詳細な説明は略する。

#### 【0093】

積層圧電素子 5 は、圧電素子膜 L 1 ~ L 10 の 10 層の電極膜により形成されている。圧電素子膜 L 2 ~ L 10 までのうち偶数層の圧電素子膜（L 2、L 4、L 6、L 8、L 10）にはそれぞれ、5 つの電極膜 P 1 ~ P 5 が形成されている。また、圧電素子膜 L 3 ~ L 9 までのうち奇数層の圧電素子膜（L 3、L 5、L

7、L9)には、この膜の略全面に1つの電極膜P6が形成されている。

#### 【0094】

各圧電素子膜は、電極膜P1～P5と電極膜P6とで挟まれる構成となっており、これらに対応する部分がそれぞれ、個別の駆動領域として作用する。これらの領域を電極膜P1～P5に対応するものとして領域R1～R5とする。これらの領域R1～R5は、図9で示した圧電素子と同様の配置となる。

#### 【0095】

領域R1～R4に電位を印加することにより、第1実施形態で説明したMODE-Aの励振を行うことができ、領域R5に電位を印加することにより、第1実施形態で説明したMODE-Bの励振を行うことができる。

#### 【0096】

本変形例の積層圧電素子5の外部との電気的な導通は、図11に模式的に示したように行なわれる。すなわち、端子電極H1～H4に電位V1を印加し、端子電極H5に電位V2を印加し、端子電極H6に電位VGを印加する。端子電極H1～H6はそれぞれ、各圧電素子膜L1～L10に形成されたバイアホール電極H1～H6としての機能も持つ。

#### 【0097】

領域R1～R4には、電位V1と電位VGの電位差E1が与えられる。領域R5には、電位V2と電位VGの電位差E2が与えられる。このように積層圧電素子5及び駆動信号を選択することで、図9に示す場合と同様に、領域R1～R4によりMODE-Aが励振され、領域R5によりMODE-Bの励振が行われる。

#### 【0098】

(第4実施形態)

図12に、本発明の第4実施形態である振動型駆動装置(超音波モータ10)における積層圧電素子5の構成を示す。ここで、振動体1および超音波モータ10の構成は、第2実施形態における構成(図6)と同様であるため、詳細な説明は省略する。

#### 【0099】

本実施形態における積層圧電素子 5 は、図 12 (a) に示すように、12 層の圧電素子膜 (L1 ~ L12) で形成されている。各圧電素子膜 L1 ~ L12 には、上述した実施形態と同様に電極膜 P1 ~ P4 とバイアホール電極 H1 ~ H4 が形成されている。

#### 【0100】

圧電素子膜 L2、L4、L6 に形成された電極膜 P1、P2 と、圧電素子膜 L3、L5、L7 に形成された電極膜 L3 により、圧電素子膜 L2 ~ L6 は、図 12 (b) に示すように領域 R1、R2 を有する。この領域 R1、R2 は、MODE-A の振動モードにおける励振用としてのみ作用する。

#### 【0101】

また、圧電素子膜 L8、L10、L12 に形成された電極膜 P4 と、圧電素子膜 L7、L9、L11 に形成された電極膜 P3 により、圧電素子膜 L7 ~ L11 は、図 12 (b) に示すように領域 R3 を有する。

#### 【0102】

バイアホール電極 H3 をコモンとして、バイアホール電極 H1、H4 に正の電位を与えるとともに、バイアホール電極 H2 に負の電位を与えたときの各電極膜の電位状態を、図 12 (a) の符号 (+)、(-)、GND で表している。このように分極された状態を模式的に図 12 (b) の矢印で示す。領域 R1 と領域 R2 は互いに逆向きに分極されている。

#### 【0103】

上述した構成の積層圧電素子 5 を用いて振動体 1 を構成したとき、領域 R1、R2 は図 2 に示した中立面 T1 を含まないとともに、中立面 T1 に対して片側に配置するように形成されている。領域 R3 は、中立面 T2 を含まないとともに、中立面 T2 に対して片側に配置するように形成される。

#### 【0104】

本実施形態における積層圧電素子 5 を振動体 1 に用いたときの駆動状態について説明する。上述した実施形態と同様に、各端子電極 H1 ~ H4 に電位 V1 ~ V4 を与える。この端子電極 H1 ~ H4 はそれぞれ、各圧電素子膜に形成されたバイアホール電極 H1 ~ H4 としての機能も持つ。

## 【0105】

電位V1と電位V3の電位差をE1とし、電位V2と電位V3の電位差をE2とし、電位V4と電位V3の電位差をE3とする。

## 【0106】

まず、振動体1におけるMODE-A（第1実施形態と同様）の励振について説明する。電位差 $E1 = E2$ となるように電氣的な接続を行ったり、駆動信号の選択を行ったりすることで、領域R1と領域R2に互いに逆向きの歪みを発生させる。このとき、領域R3は、電位差E3に対応した励振力が生じるが、この領域R3はMODE-Aの励振力として作用しない。

## 【0107】

すなわち、領域R1および領域R2を励振力として、ユニモルフ状態で作用することでMODE-Aが励振される。

## 【0108】

同様に領域R3を励振力として、ユニモルフ状態の作用によりMODE-B（第1実施形態と同様）が励振される。

## 【0109】

本実施形態によれば、振動体1を形成する略すべての領域において被駆動体（リニアスライダ6）に対する駆動力の発生に供することができ、小型化および高出力化を両立する超音波モータを実現することができる。

## 【0110】

（第5実施形態）

図15に、本発明の第5実施形態である振動型駆動装置（超音波モータ10）における振動体1の外観斜視図を示す。同図において、振動体1は、略矩形状に形成された薄板で構成されており、この一端面には、4つの突起部3-1～3-4が配置されている。そして、突起部3-1～3-4の先端部にはそれぞれ、不図示の被駆動体に接触する接触部4-1～4-4が形成されている。

## 【0111】

また、振動体1は、略矩形状に形成された圧電素子5と突起部3-1～3-4が一体的に形成された振動板2を有している。この振動体1には、図16に示す

ように2つの曲げ振動モードMODE-A、MODE-Bが励振されるようになっている。

#### 【0112】

MODE-Aは、図16(a)に示すように、図中X方向の3箇所にて節が発生する2次の面外曲げ振動モードであり、MODE-Bは、図16(b)に示すように、図中Y方向の4箇所にて節が発生する3次の面外振動モードである。突起部3-1～3-4は、MODE-Aにおける節位置の近傍であって、かつMODE-Bにおける腹位置の近傍となる位置に配置されている。

#### 【0113】

MODE-Aの振動により、突起部3-1～3-4にはX方向の往復運動が生じ、MODE-Bの振動により、突起部3-1～3-4にはZ方向の往復運動が発生する。そして、互いに適当な位相が生じるように2つの振動モード(MODE-AおよびMODE-B)を励振することで、各接触部4-1～4-4に楕円運動を生成させることができる。

#### 【0114】

ここで、突起部3-1～3-4は上述したように配置されているため、突起部3-1～3-4には、X方向およびZ方向において大きく変位させることができる。これにより、振動体1から被駆動体に大きな駆動力を与えることができ、振動型駆動装置の高出力化を図ることができる。

#### 【0115】

本実施形態の振動体1に用いられる圧電素子5の電極膜の構成を図17に示す。圧電素子5の1つの端面には、6つの電極膜P1～P6が形成されている。電極膜P1～P6に対応して圧電素子5に、上述したのと同様に領域R1～R6が形成される。

#### 【0116】

領域R1と領域R4、領域R2と領域R5、領域R3と領域R6はそれぞれ、圧電素子5の中心を通るY軸に対して対称となるように配置されている。また、領域R1～R3や、領域R4～R6は、Y方向に並ぶように配置されている。

#### 【0117】

各領域 R 1 ~ R 6 は、圧電素子 5 の厚み方向に分極されており、図 17 に示すように、各領域 R 1 ~ R 6 の分極状態を相対的に表す記号として (+)、(-) を用いている。

#### 【0118】

上述した圧電素子 5 を振動体 1 に用いたときの作用について説明する。

#### 【0119】

領域 P 1 ~ P 3 に対して共通の駆動信号 V 1 を与えて、領域 P 4 ~ P 6 に対してもう 1 つの駆動信号 V 2 を与える。

#### 【0120】

駆動信号 V 1 および駆動信号 V 2 における波形と位相が等しいとき、振動体 1 には MODE - B が励振されるようになっている。また、駆動信号 V 1 および駆動信号 V 2 において、波形が等しく位相が  $\pi$  ラジアン有的时候には、振動体 1 に MODE - A の振動が励振されるようになっている。

#### 【0121】

駆動信号 V 1 と駆動信号 V 2 において、これらの波形が等しく位相が相対的に  $\pi/2$  ラジアン有的时候には、相対的に  $\pi/2$  ラジアンの位相差を保ちながら振動体 1 に MODE - A と MODE - B が励振される。

#### 【0122】

この結果、接触部 4 - 1 ~ 4 - 4 には、同じ方向の楕円運動が生成される。この楕円運動の軌跡は、各接触部 4 - 1 ~ 4 - 4 において同形状であり、運動の時間的な位相が接触部 4 - 1、4 - 2 と接触部 4 - 3、4 - 4 との間で  $\pi$  ラジアンの状態となる。

#### 【0123】

本実施形態における振動型駆動装置では、突起部 3 - 1 ~ 3 - 4 を複数配置していると同時に、接触部 4 - 1 ~ 4 - 4 を複数設けている。これにより、突起部を増やした分だけ、被駆動体と振動体 1 との接触面積を増やすことができ、被駆動体および振動体 1 間における駆動力の伝達をより確実な状態とすることができる。

#### 【0124】



以上説明した各実施形態は、以下に示す各発明を実施した場合の一例でもあり、下記の各発明は上記各実施形態に様々な変更や改良が加えられて実施されるものである。

#### 【0125】

〔発明1〕 凸状に形成された突起部を有し、少なくとも電気－機械エネルギー変換素子からなる板状の振動体と、

前記突起部に加圧接触する被駆動体とを備え、

前記振動体は、前記電気－機械エネルギー変換素子への駆動信号の入力を受けることで、節の発生方向が互いに略直交する2つの曲げ振動モードを励起し、前記突起部を介して前記被駆動体に対して相対的に移動することを特徴とする振動型駆動装置。

#### 【0126】

上記発明1によれば、板状の振動体に2つの曲げ振動モードを励起しているため、従来の振動型駆動装置（曲げ振動および縦振動を励起するタイプ）に比べて、固有周波数の上昇を抑えて装置の小型化を図ることができる。しかも、2つの曲げ振動モードは、各曲げ振動モードにおける節の発生方向が互いに略直交するため、一方の曲げ振動モードの節となる位置と他方の曲げ振動モードの腹となる位置を一致させることができ、小型でありながら出力特性に優れた振動型駆動装置を提供することができる。

#### 【0127】

〔発明2〕 前記突起部が、前記2つの曲げ振動モードのうち第1の曲げ振動モードにおける節の位置の近傍であって、第2の曲げ振動モードにおける腹の位置の近傍となる位置に配置されていることを特徴とする前記発明1に記載の振動型駆動装置。

#### 【0128】

上記発明2のように突起部を配置すれば、2つの曲げ振動モードによって突起部を大きく変位させることができ、被駆動体を効率良く駆動することができる。

#### 【0129】

〔発明3〕 前記第1の曲げ振動モードの次数が偶数次であるとともに、前記

第 2 の曲げ振動モードの次数が奇数次であることを特徴とする前記発明 1 又は 2 に記載の振動型駆動装置。

【 0 1 3 0 】

上記発明 3 によれば、突起部を振動体の中心を含む面に対して対称な位置に 1 つ又は複数、配置することができる。このように突起部を対称な位置に配置することにより、被駆動体に対する接触状態のバランスを向上させることができ、効率良く被駆動体を駆動することができる。

【 0 1 3 1 】

〔発明 4〕 前記第 1 の曲げ振動モードの次数が 2 次であるとともに、前記第 2 の曲げ振動モードの次数が 1 次であって、

前記突起部が、前記振動体の中心を含む面に対して対称な位置に配置されていることを特徴とする前記発明 1 から 3 のいずれかに記載の振動型駆動装置。

【 0 1 3 2 】

上記発明 4 によれば、突起部および被駆動体の接触状態を良好に保つことができるとともに、低次の曲げ振動モードによって固有周波数の上昇を抑制することができる。

【 0 1 3 3 】

〔発明 5〕 前記第 1 の曲げ振動モードの次数が 2 次であるとともに、前記第 2 の曲げ振動モードの次数が 1 次であって、

前記突起部が、前記振動体の略中央の位置に配置されていることを特徴とする前記発明 1 から 3 のいずれかに記載の振動型駆動装置。

【 0 1 3 4 】

上記発明 5 によれば、低次の曲げ振動モードによって固有周波数の上昇を抑えることができるとともに、被駆動体に接触する突起部の数を最小限（1 つ）に抑えることができることで装置の小型化を図ることができる。

【 0 1 3 5 】

〔発明 6〕 前記振動体が矩形状に形成されていることを特徴とする前記発明 1 から 5 のいずれかに記載の振動型駆動装置。

【 0 1 3 6 】

上記発明 6 によれば、振動体を単純な形状としながらも、所望の曲げ振動モードを得ることができる。

【 0 1 3 7 】

〔発明 7〕 前記電気－機械エネルギー変換素子が、板状に形成された圧電素子であることを特徴とする前記発明 1 から 6 のいずれかに記載の振動型駆動装置。

【 0 1 3 8 】

上記発明 7 によれば、電気－機械エネルギー変換素子だけで振動体を構成することができる。これにより、振動体のほとんどの体積を電気－機械エネルギー変換素子が占めることになるため、出力特性に優れた振動型駆動装置を実現することができる。

【 0 1 3 9 】

〔発明 8〕 前記電気－機械エネルギー変換素子が、板状に形成され、複数の層で構成された圧電素子であることを特徴とする前記発明 1 から 6 のいずれかに記載の振動型駆動装置。

【 0 1 4 0 】

上記発明 8 によれば、上述した発明 7 の効果に加えて、電気－機械エネルギー変換素子に入力される駆動信号の信号レベルを低くすることができ、省電力化を図ることができる。

【 0 1 4 1 】

〔発明 9〕 前記圧電素子が、前記 2 つの曲げ振動モードを励起するための 2 つの駆動領域を有することを特徴とする前記発明 7 又は 8 に記載の振動型駆動装置。

【 0 1 4 2 】

上記発明 9 によれば、1 つの圧電素子により 2 つの曲げ振動モードのうちそれぞれの曲げ振動モードを発生させることができる。このように 1 つの圧電素子を用いることで、複数の圧電素子を用いる場合に比べて、部品点数を抑えて低コスト化を図ることができるとともに、出力特性の安定性と信頼性を高めることができる。

【 0 1 4 3 】

〔発明 10〕 前記圧電素子が、互いに異なる駆動信号の入力を受ける 2 つの駆動領域を有することを特徴とする前記発明 7 又は 8 に記載の振動型駆動装置。

【0144】

上記発明 10 によれば、1 つの圧電素子の簡単な構成により 2 つの曲げ振動モードを励起することができる。

【0145】

〔発明 11〕 前記 2 つの駆動領域のうち各駆動領域がそれぞれ、前記圧電素子の厚み方向で分割された位置に形成されているとともに、駆動信号の入力を受けて互いに逆方向の加振力を発生することを特徴とする前記発明 9 又は 10 に記載の振動型駆動装置。

【0146】

上記発明 11 によれば、曲げ振動モードを効率的に発生させることができるとともに、装置本体を小型化させながら十分な出力を得ることができる。

【0147】

〔発明 12〕 前記 2 つの駆動領域が、前記圧電素子の厚み方向で並んで形成されていることを特徴とする前記発明 10 に記載の振動型駆動装置。

【0148】

上記発明 12 によれば、振動体に占める圧電素子の体積を十分に確保することができるとともに、2 つの曲げ振動モードにおける励振力を確保することができる。これにより、装置の小型化を図りながら、十分な出力を得ることができる。

【0149】

【発明の効果】

本発明の振動型駆動装置によれば、小型化を図りつつ、高出力化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態における超音波モータの斜視図。

【図 2】

第 1 実施形態における振動体の振動モードの図。

**【図 3】**

第 1 実施形態における積層圧電素子の構成を示す図。

**【図 4】**

第 1 実施形態における振動体の電気接続状態を示す図。

**【図 5】**

第 1 実施形態での他の構成を示す圧電素子の図。

**【図 6】**

第 2 実施形態における超音波モータの斜視図。

**【図 7】**

第 2 実施形態における積層圧電素子の構成を示す図。

**【図 8】**

第 2 実施形態における振動体の電気接続状態を示す図。

**【図 9】**

第 3 実施形態における圧電素子を示す図。

**【図 1 0】**

第 3 実施形態における他の構成を示す積層圧電素子の図。

**【図 1 1】**

第 3 実施形態における他の構成を示す振動体の電気接続状態を示す図。

**【図 1 2】**

第 4 実施形態における積層圧電素子の構成を示す図。

**【図 1 3】**

第 1 実施形態における他の構成を示す振動体の斜視図。

**【図 1 4】**

第 1 実施形態における他の構成を示す振動体の振動モードの図。

**【図 1 5】**

第 5 実施形態における振動体の斜視図。

**【図 1 6】**

第 5 実施形態における振動体の振動モードの図。

**【図 1 7】**

第 5 実施形態における圧電素子の図。

【図 1 8】

第 1 実施形態における変形例の図。

【図 1 9】

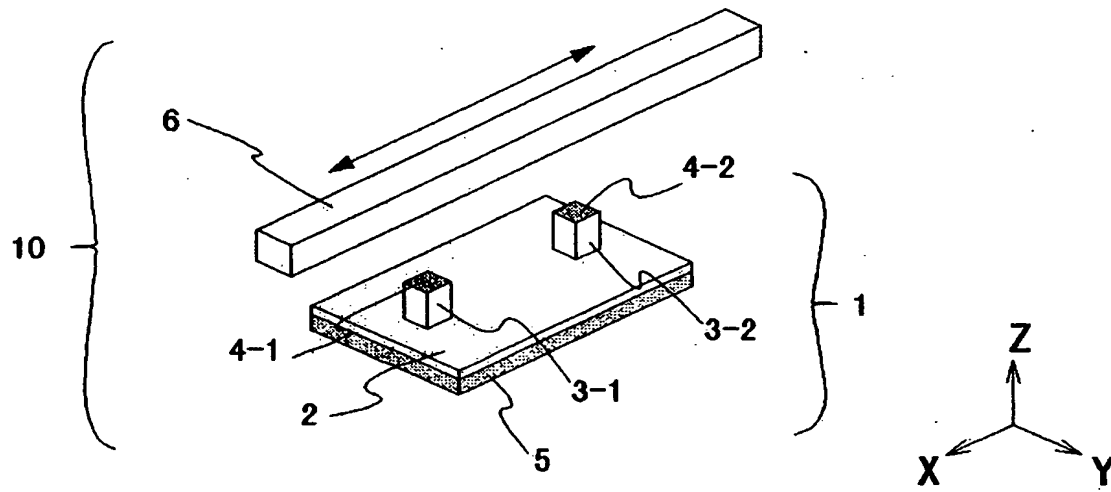
従来技術における振動体の斜視図。

【符号の説明】

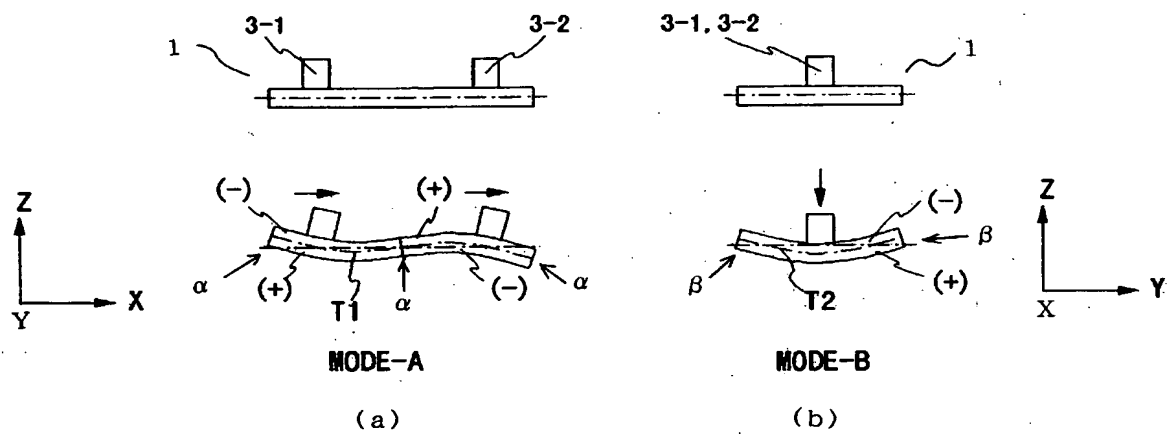
- 1：振動体
- 2：振動板
- 3：突起
- 4：接触部
- 5：圧電素子
- 6：リニアスライダ
- 10：超音波モータ
- H：バイアホール電極
- L：圧電素子膜
- P：電極膜

【書類名】 図面

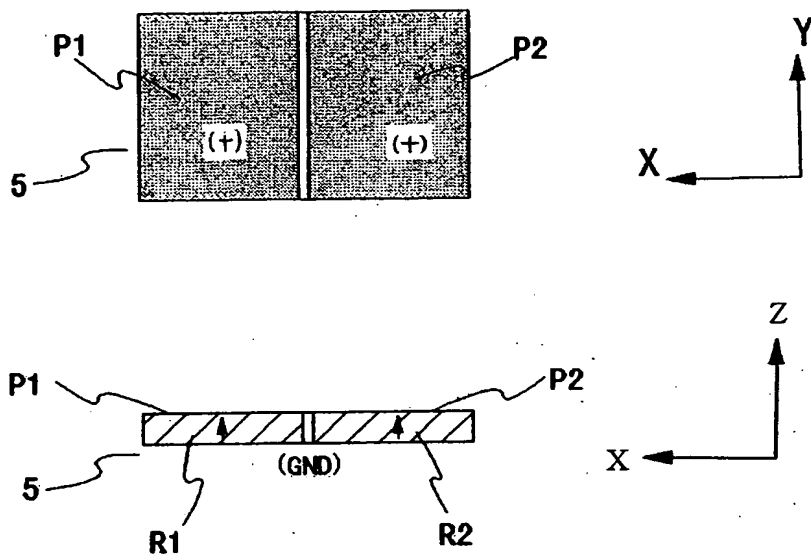
【図 1】



【図 2】

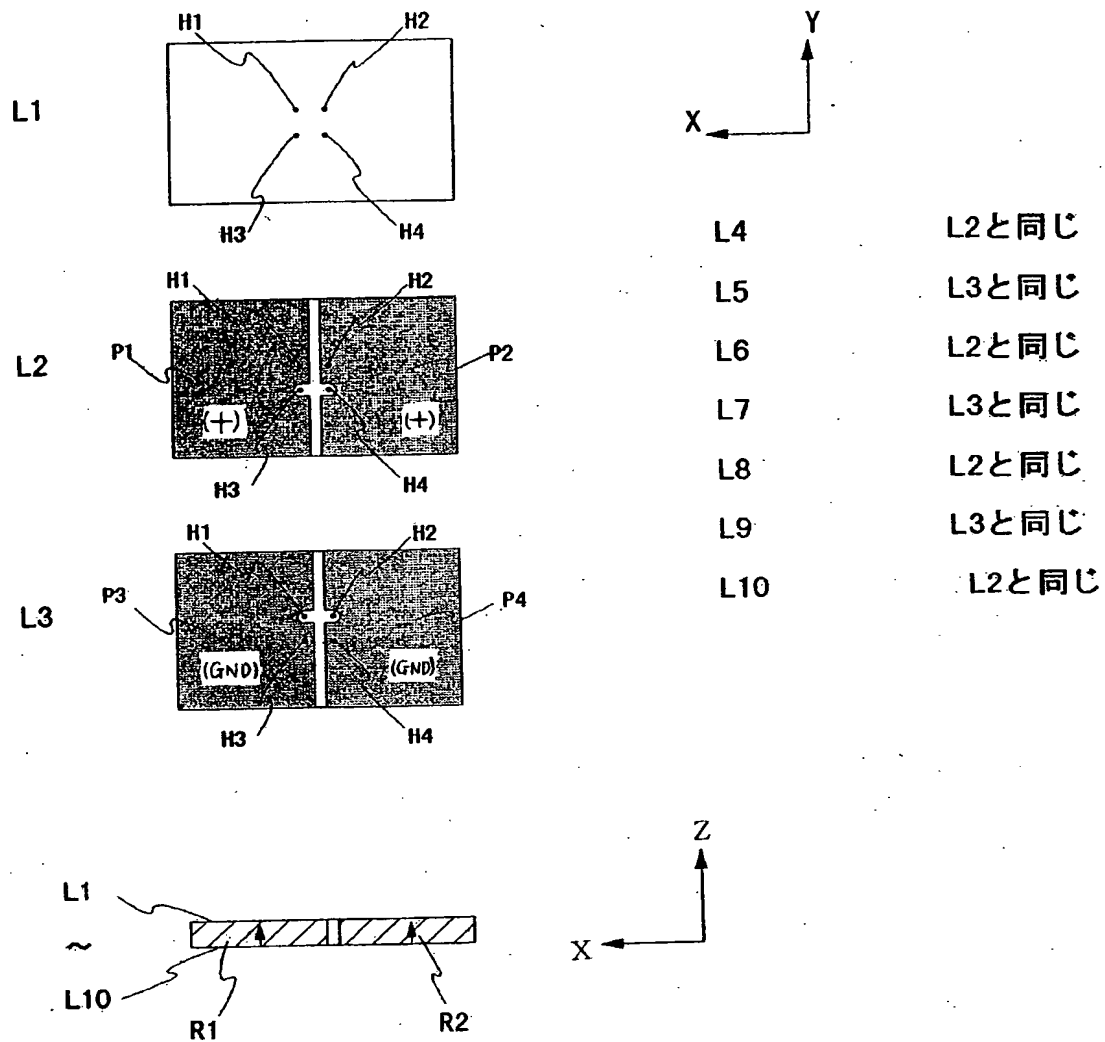


【図 3】

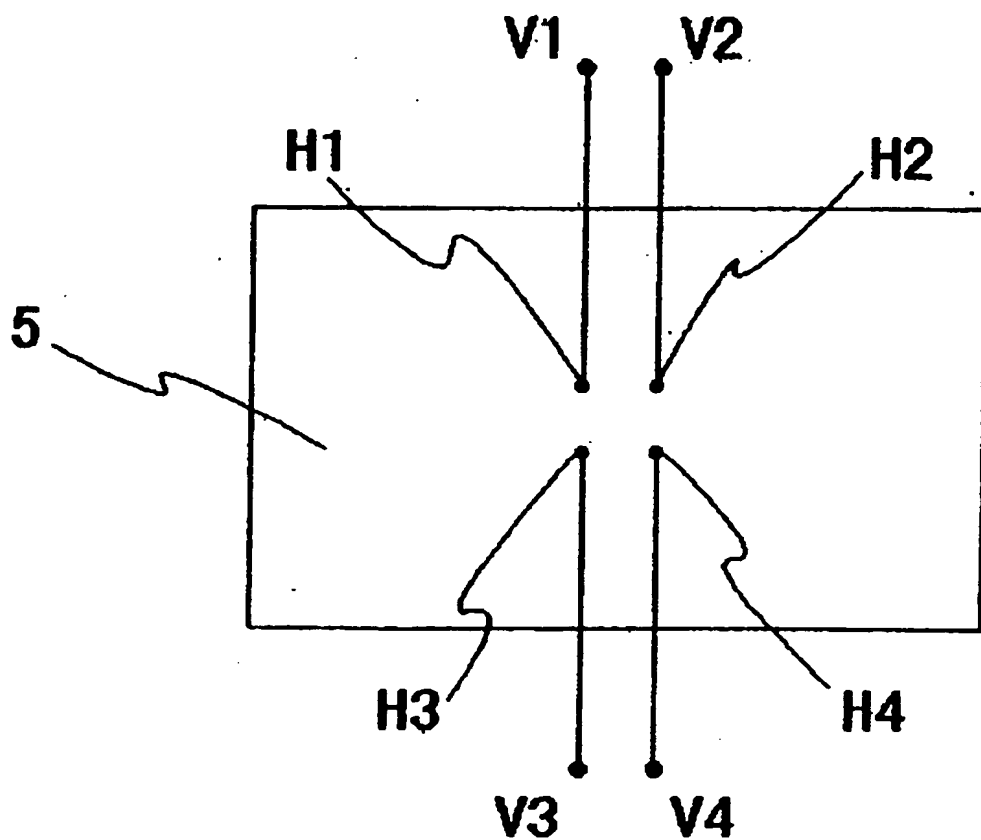




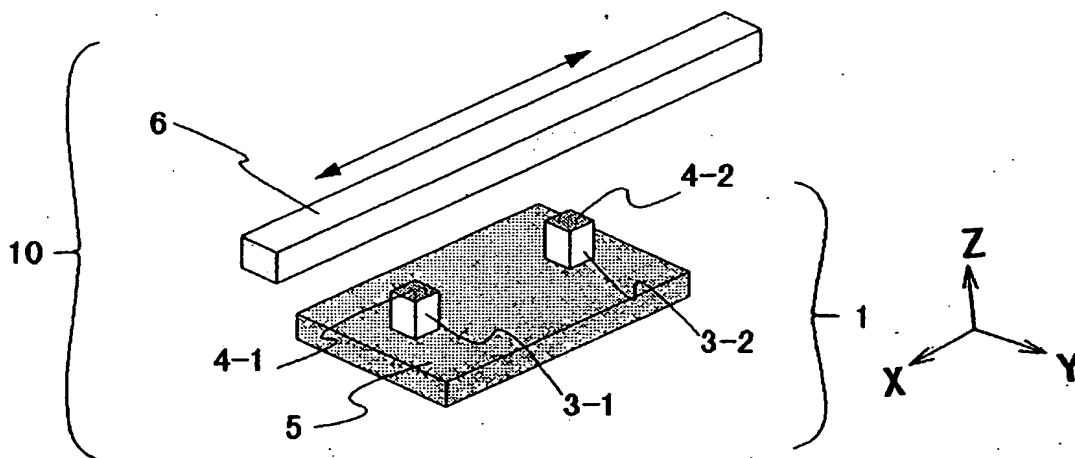
【図 4】



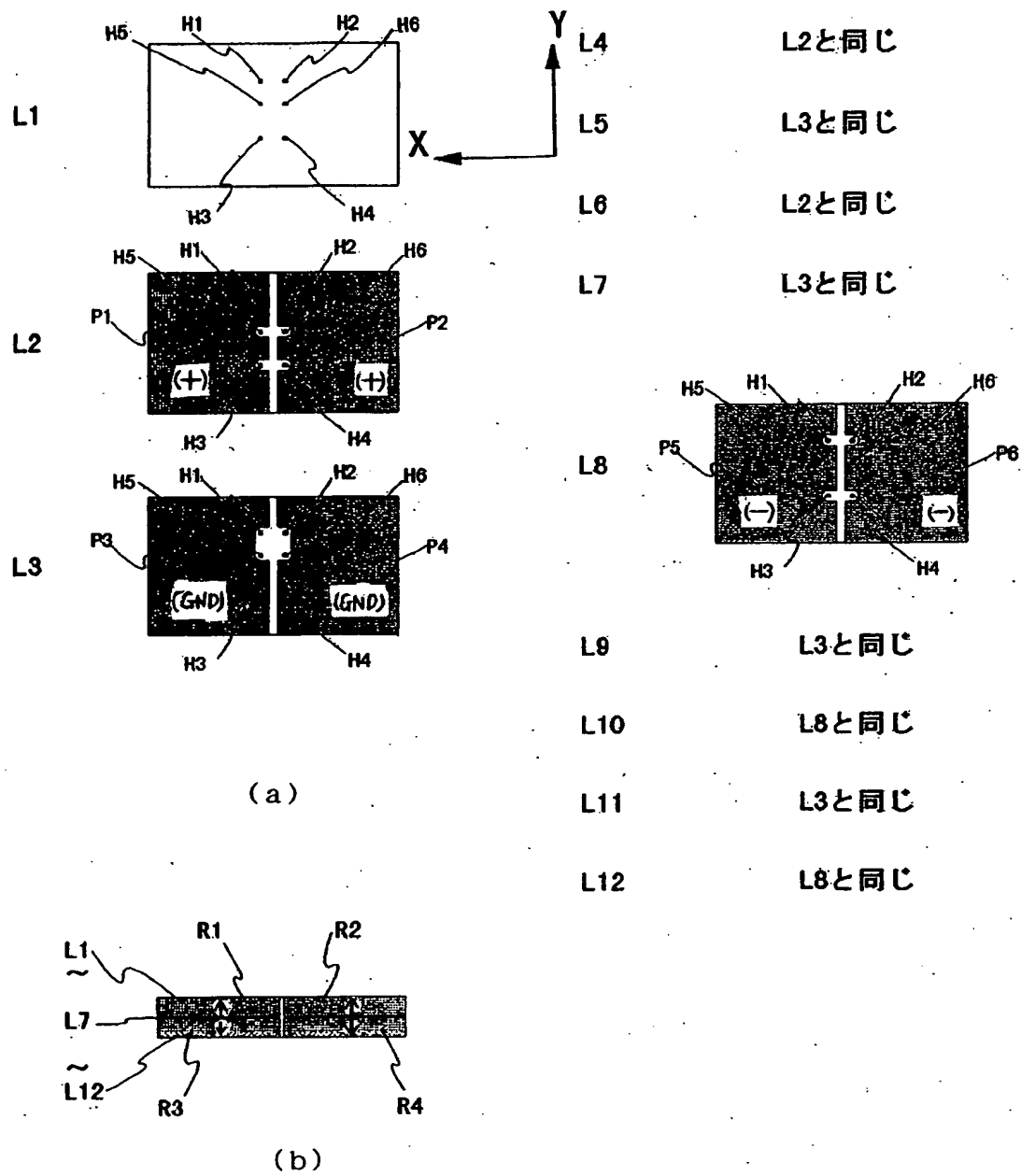
【図 5】



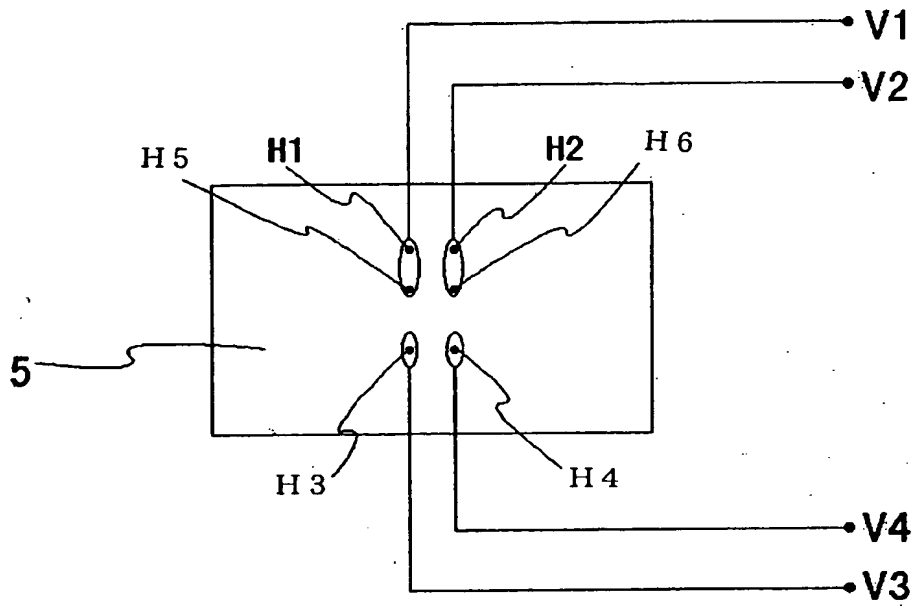
【図 6】



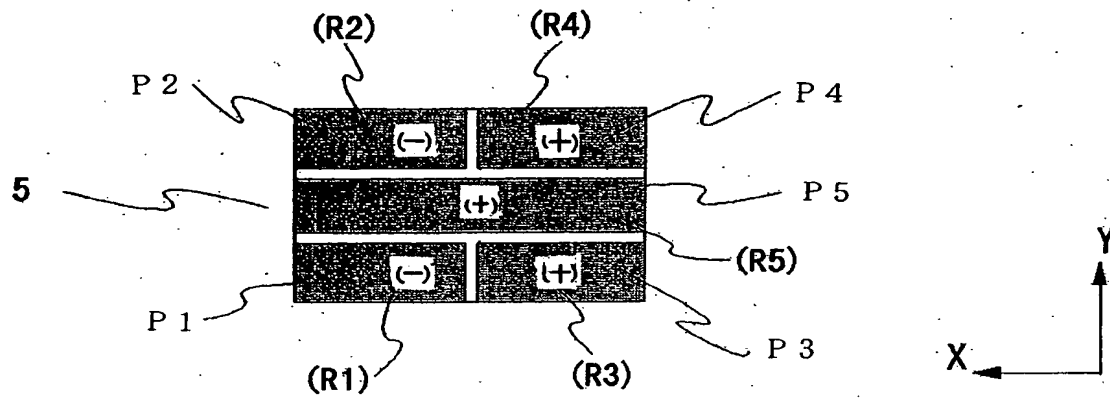
【図 7】



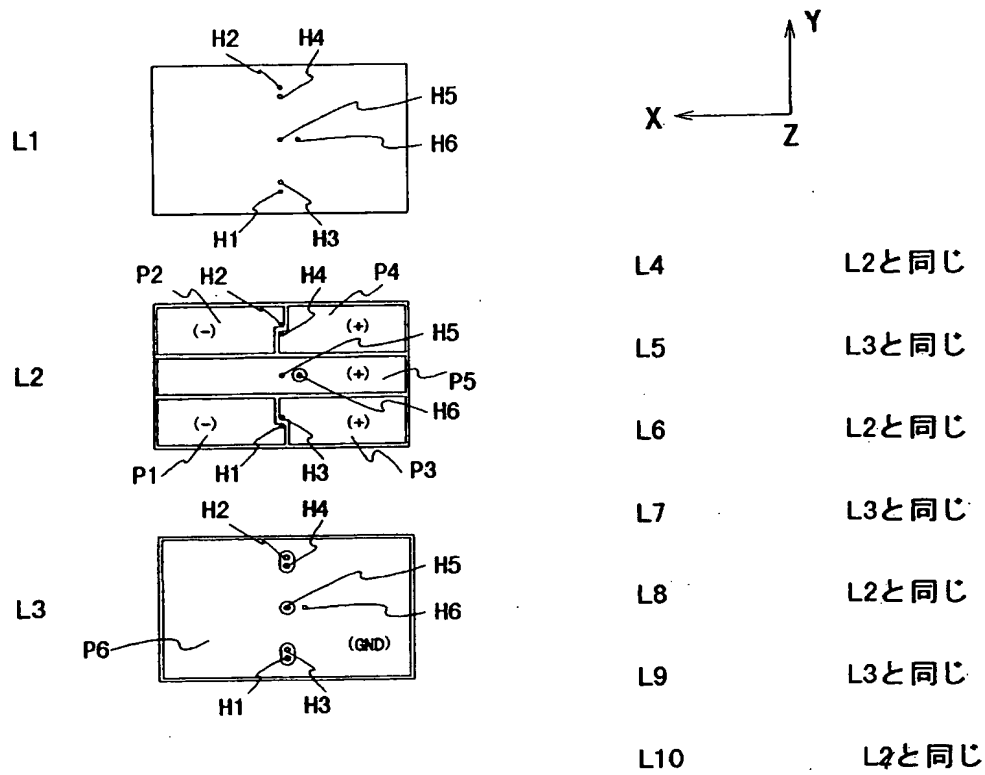
【図 8】



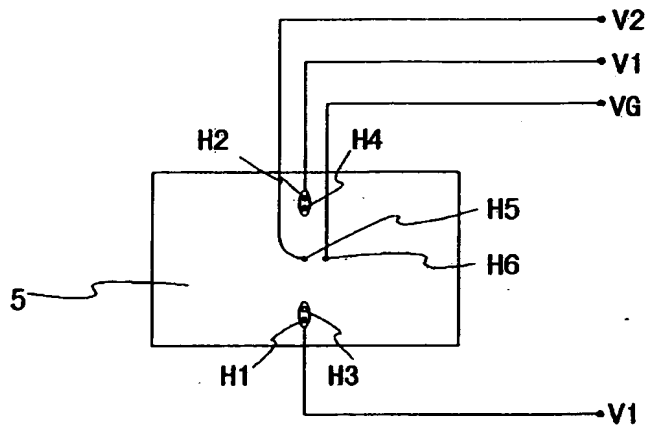
【図 9】



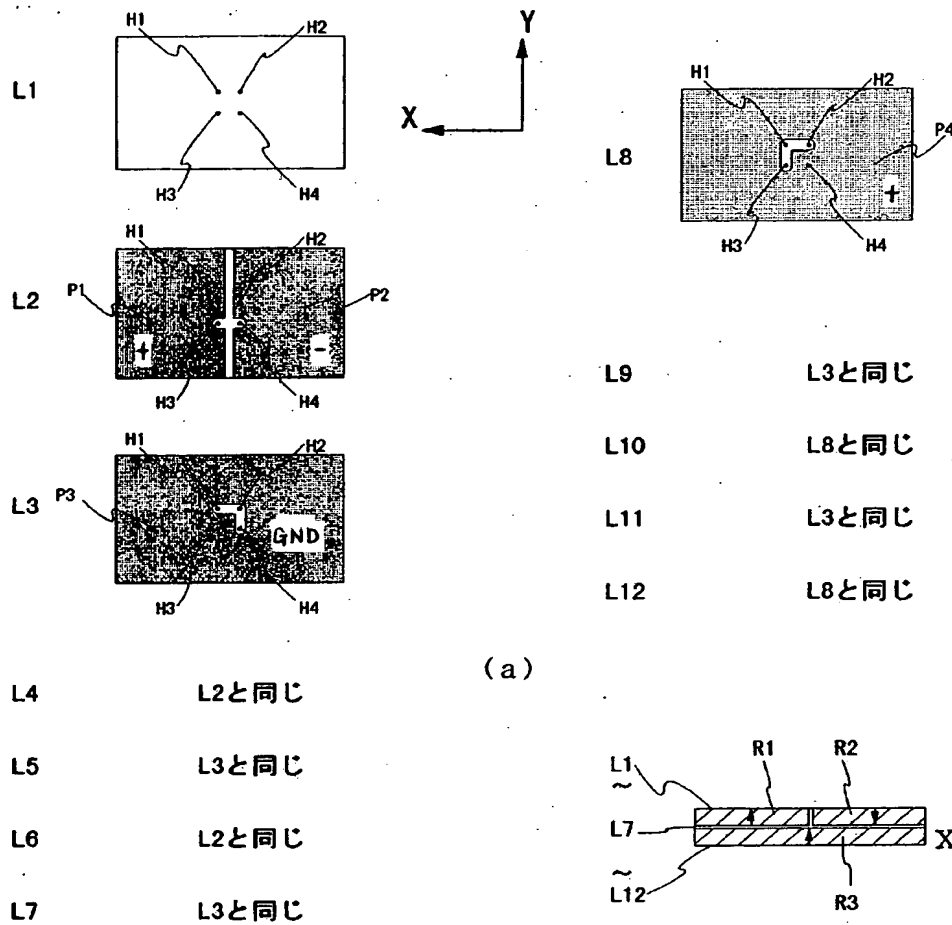
【図 10】



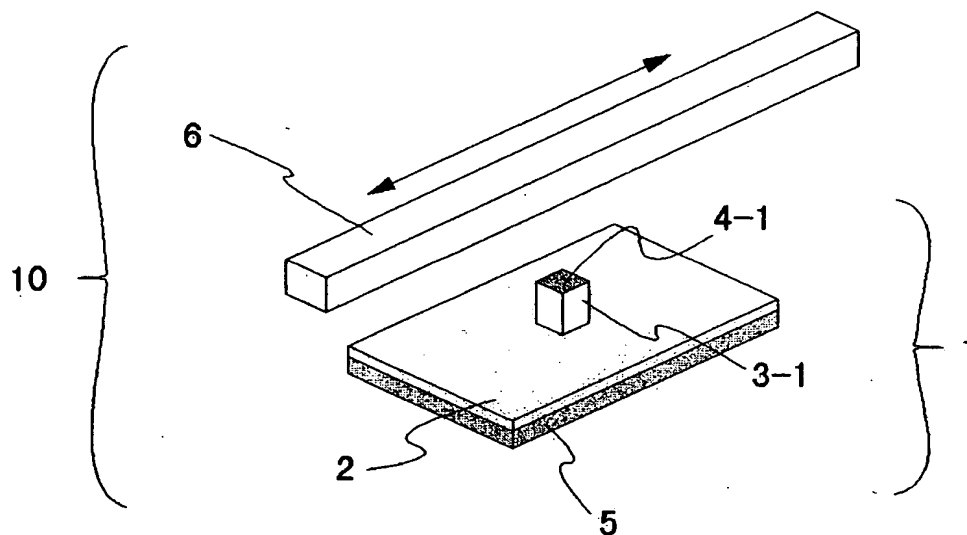
【図 11】



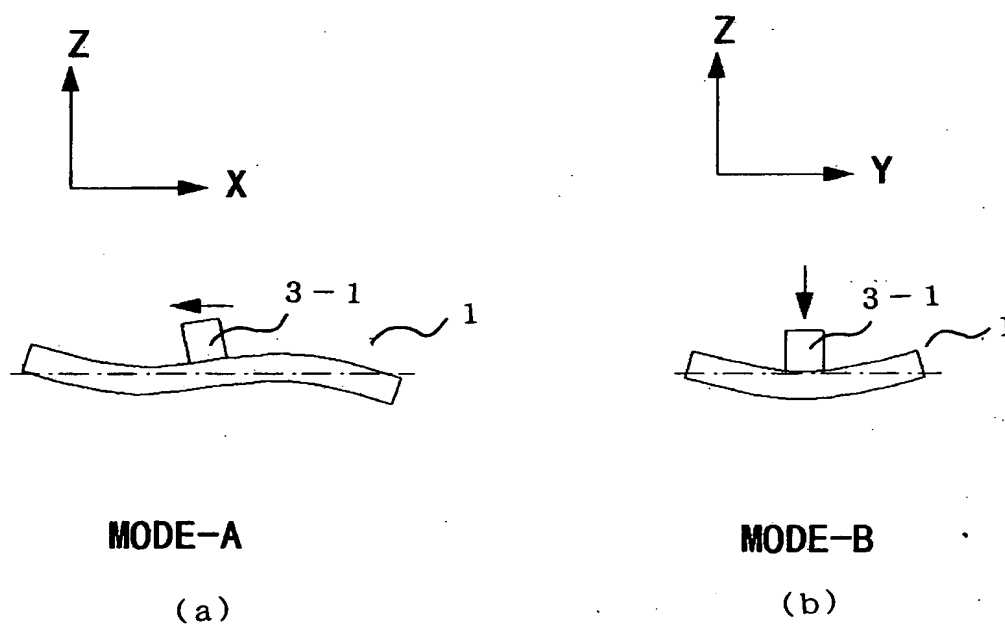
【図 12】



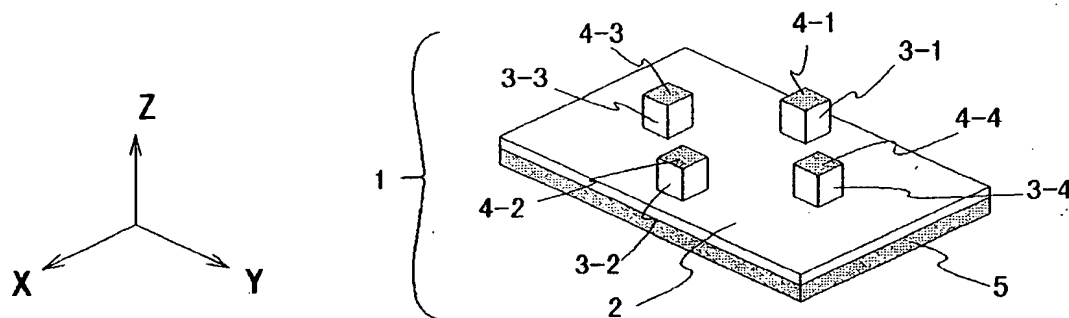
【図 13】



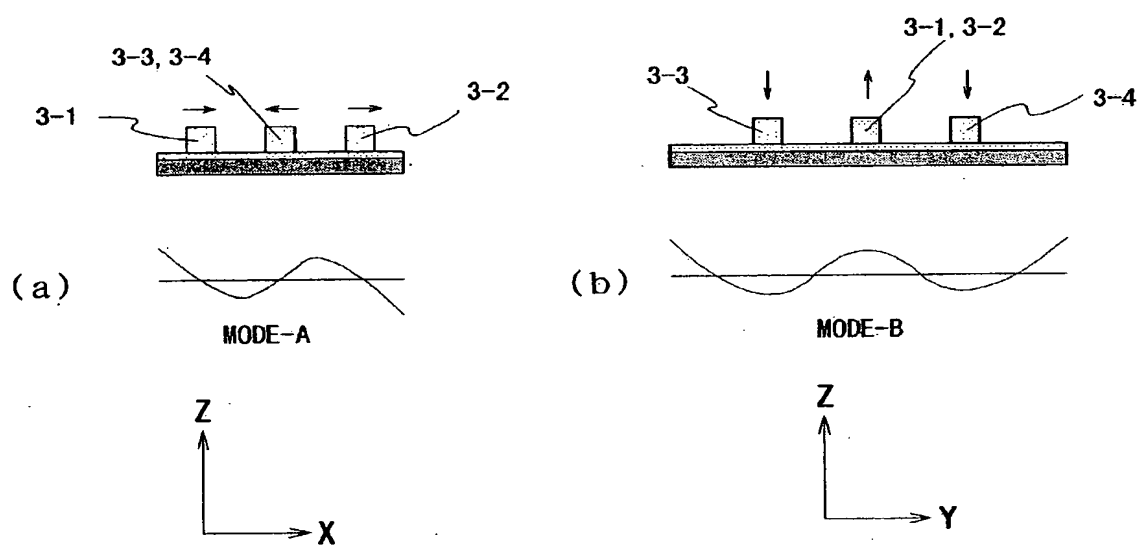
【図 14】



【図 15】

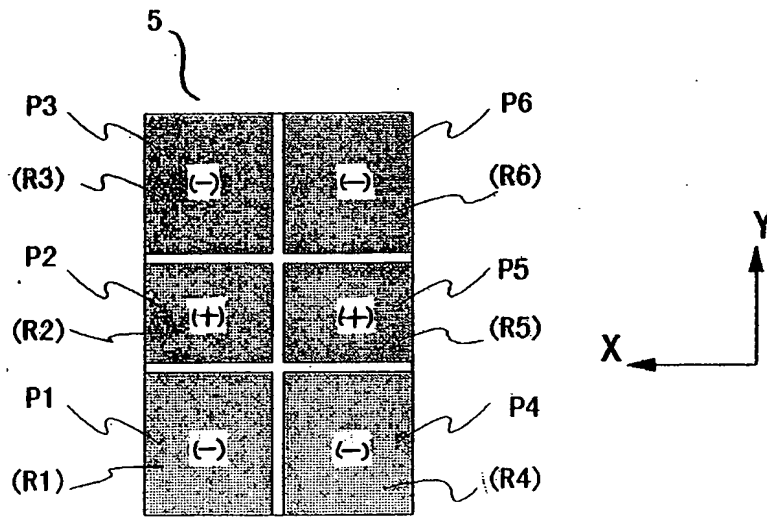


【図 16】

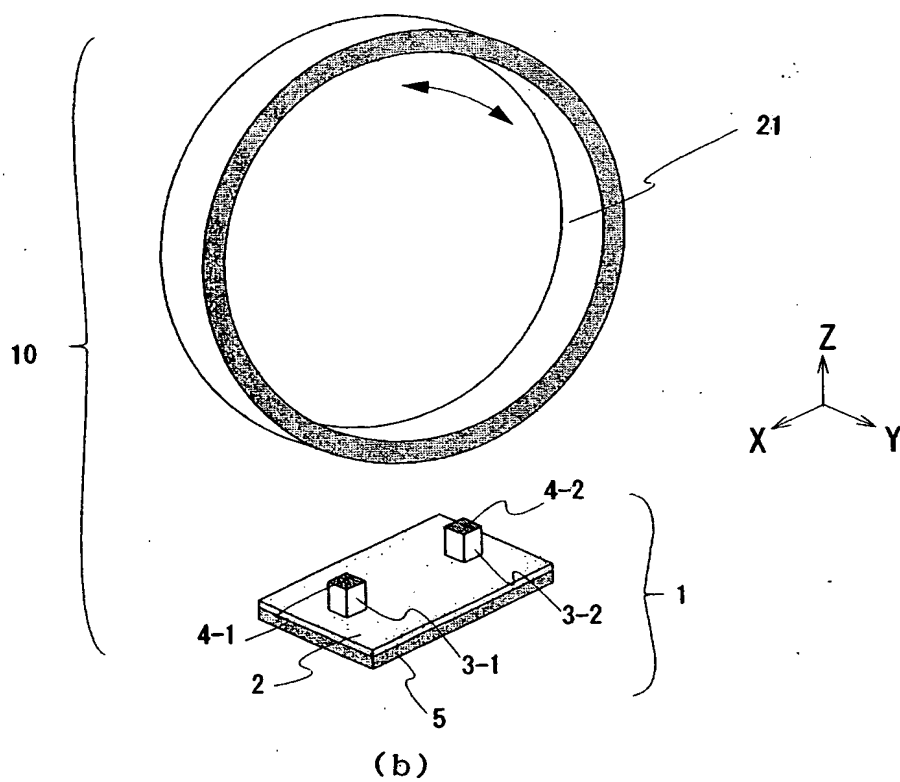
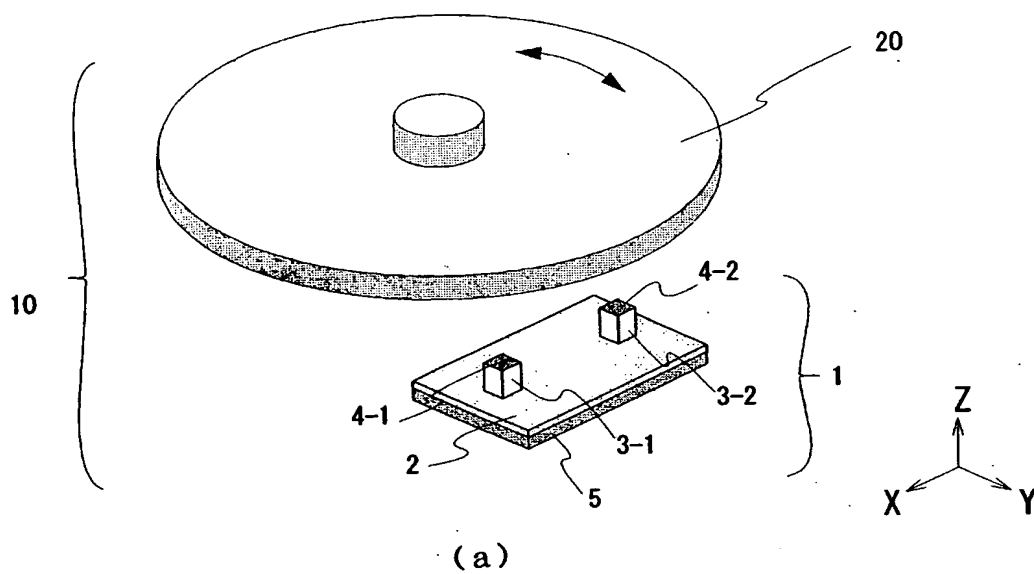




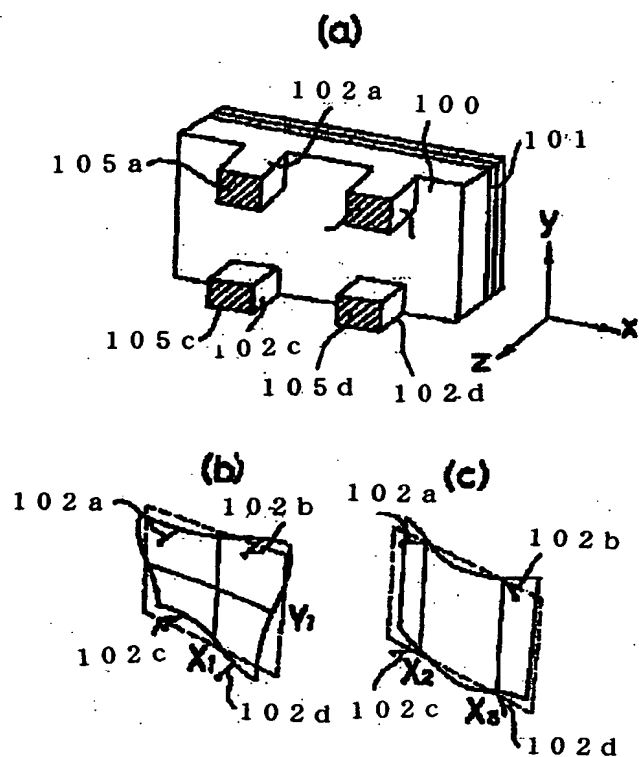
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型化を図りつつ、高出力化を図ることができる振動型駆動装置を提供する。

【解決手段】 凸状に形成された突起部（3-1、3-2）を有し、少なくとも電気-機械エネルギー変換素子（5）からなる板状の振動体（1）と、突起部に加圧接触する被駆動体（6）とを備え、振動体は、電気-機械エネルギー変換素子への駆動信号の入力を受けることで、節の発生方向が互いに略直交し、周波数が略一致する2つの曲げ振動モードを励起し、突起部を介して被駆動体に対して相対的に移動する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 9 2 7 8 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キャノン株式会社